# К. В. СУДАКОВ

# ТАЙНЫ ИНСТИНКТА



*К. В. Судаков,*
кандидат медицинских наук

# ТАЙНЫ ИНСТИНКТА

*(Биологические мотивы врожденного поведения)*

*Издательство «Знание»*
Москва 1967

# СОДЕРЖАНИЕ



*КОНСТАНТИН ВИКТОРОВИЧ СУДАКОВ*

ТАЙНЫ ИНСТИНКТА

Редактор *И. М. Тужилина*
Худож. редактор *Е. Е. Соколов*
Техн. редактор *М. Т. Перегудова*
Корректор *Г. В. Жендарева*
Обложка *Э. Ахтырской*

*2—10—6*

А 01820. Сдано в набор 26/XI 1966 г. Подписано к печати 9/I 1967 г.
Формат бум. 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 3. Бум. л. 1,5. Печ. л. 3,0.
Уч.-изд. л. 2,75. Тираж 97 000 экз. Заказ 3803.
Тематический план 1967 г. № 143.
Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.
Типография изд-ва «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.
Цена 9 коп.

## ВВЕДЕНИЕ

Кто из нас, наблюдая поведение животных, не поражался их удивительно «разумной» и целенаправленной деятельностью?

Она невольно заставляет человека думать об «уме» живых существ. И тем не менее натуралист-естествоиспытатель обязан понять и исчерпывающе точно, объективно объяснить истинные механизмы этой деятельности. Между тем, когда естествоиспытателя или врача просят объяснить «разумное» поведение животных, нередко в ответ можно услышать: «Это — инстинкты». И все же термин «инстинкт» не объясняет существа дела.

В последние годы проблема инстинкта приобрела чрезвычайно важное значение. Физиологи и инженеры вплотную подошли к вопросу о механизме целенаправленных реакций животных и их искусственного управления.

Однако до сих пор не существует удовлетворительной теории инстинкта.

Для того чтобы определить существо инстинкта, необходимо четко ответить на следующие основные вопросы. Какое место занимает инстинкт в целостной приспособительной деятельности животных? Каким путем шла на земле эволюция живых существ, шлифуя столь удивительно пригнанные целесообразные реакции? И, наконец, какие физиологические процессы лежат в основе инстинктивной деятельности?

Попытаемся, не претендуя на исчерпывающее изложение, ответить на все эти вопросы.

## ЭВОЛЮЦИЯ ИНСТИНКТА

В природе все идет по определенному порядку. Земля миллиарды лет вращается вокруг своей оси, совершая в то же время ежегодное обращение вокруг Солнца. Оно по-прежнему, как и миллионы лет назад, продолжает светить, и в определенное время суток для каждого полушария находится в строго определенном положении.

Весна сменяет зиму. Осень — лето. Этот порядок не нарушается из года в год. Циклически повторяющиеся события!

С другой стороны, на Земле изменяются материки и океаны, леса сменяются болотами, моря — пустынями, реки изменяют направление течения и т. д.

Итак на Земле существуют как более, так и менее устойчивые явления природы. И в этот, установленный взаимоотношениями Земли и Солнца порядок, роковым образом вписались живые существа Земли: их жизненные циклы теснейшим образом связаны с постоянными периодическими явлениями природы. Времена года и положение Солнца по отношению к горизонту явились самыми надежными критериями ориентации живых существ на Земле.

Действуя на живые организмы в определенной неизменной последовательности, эти явления природы вступили в тесные взаимоотношения с процессами их обмена веществ. Именно постоянно чередующиеся явления природы прежде всего определили функциональную организацию живого царства на Земле. Они стали своего рода «матрицами», с которых в эволюции поколениями считывался общий принцип организации деятельности живых существ.

Постоянные явления природы оказались для живых существ, таким образом, своеобразными вехами, позволившими им строить свои приспособительные реакции. Поскольку эти вехи долгое время сохраняются неизменными, организмы смогли так построить свою жизнедеятельность, что каждое из предыдущих событий внешнего мира вызывало в организме последующую цепь реакций, направленных на подготовку к встрече со следующим явлением внешнего мира, которое возникало неизбежным образом. Это свойство программировать свою деятельность по отношению к последующим явлениям природы явилось важным приобретением эволюции. Поскольку целый ряд событий внешнего мира оставался неизменным тысячелетиями, они закрепились в наследственных механизмах.

Инстинктивная деятельность таким образом возникла в эволюции как средство приспособления к постоянным явлениям внешнего мира.

Однако инстинкты оказались неспособными обеспечить наилучшие приспособления живых существ к окружающей их среде, непрерывно изменяющейся, развивающейся и разрушающейся. Поэтому у высших живых существ они составляют только основу их приспособительной деятельности, на которую все в большей степени наслаиваются более пластичные приспособительные механизмы.

# НАУКА ИЛИ МИСТИКА?

Инстинктивная деятельность животных, несмотря на то, что мы уже кое-что знаем о ее физиологических механизмах, по-прежнему заключает в себе множество тайн и загадок. Пытливый ум исследователей все глубже проникает в тайны этой деятельности. И тем не менее, поведение насекомых и животных еще во многих отношениях кажется загадочным и мистическим. Особенно удивительным является то **целенаправленное поведение,** которое проявляют все представители животного царства.

Вопросы целенаправленного поведения животных издавна интересовали ученых. Однако в их объяснении долгое время господствовали мистические представления идеалистического характера. Даже такой крупный естествоиспытатель, основоположник рефлекторной теории, как Рене Декарт, в объяснении целенаправленных реакций животных вынужден был наделить их «высшим разумом» — душой, которая управлялась божественной силой.

Знаменитый французский естествоиспытатель Жан-Анри Фабр, сделавший изумительные наблюдения над поведением насекомых, не смог объяснить их иначе, как признанием действия сил «высшего разума».

Первый, кто нанес существенный удар по схоластике в вопросе о целенаправленной деятельности, был великий русский физиолог И. М. Сеченов. Он смело провозгласил, что «...все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы».

И эта мысль была в дальнейшем блестяще подтверждена исследованиями И. П. Павлова. Открытие условного рефлекса позволило вскрыть природу многих форм целенаправленной деятельности животных.

Казалось бы, что церковно-идеалистические представления окончательно вытеснены научно-естественными представлениями о механизме целенаправленной деятельности. Однако дело обстоит не совсем так.

В последние годы в зарубежной науке широкое распространение получило специальное направление исследований — этология.

*Этология* — это наука о поведении живых существ и их взаимоотношениях. Основоположником этого направления считают немецкого физиолога Конрада Лоренца.

Этологи накопили огромное количество интересных научных фактов, но их объяснение сплошь да рядом опирается на такие неясные определения, как «врожденные механизмы поведения», «спонтанное поведение» и другие, содержание которых этологи не вскрывают. А это снова оставляет откры-

той дверь для проникновения мистических идеалистических представлений.

Что же такое «врожденные механизмы поведения» с физиологической точки зрения? Какая «пружина» заставляет насекомых и животных совершать удивительные реакции? Вот где загадка инстинкта.

Попробуем заглянуть в этот удивительный уголок природы и понять, что же движет насекомым и животным на его пути к цели. Но чтобы понять особенности инстинктивной деятельности животных, необходимо объективно оценивать их деятельность, сравнивать их друг с другом и наблюдать...

## *ВНУТРЕННИЕ МЕХАНИЗМЫ ИНСТИНКТА*

Кто не наблюдал поведение новорожденного щенка? Беспомощно натыкаясь на различные предметы, обнюхивая каждый из них, он робко передвигается между ними. Однако он передвигается не бесцельно. Он что-то ищет. Что же определяет его направленную деятельность? Голод.

Голод заставляет все живое настойчиво искать пищу. В противном случае оно обречено на гибель. Вот почему первое состояние, которое появляется у новорожденного животного, это состояние голода.

Голод исчезает после приема пищи. Но вслед за ним может возникнуть другое состояние — жажда. И снова возникает целенаправленная реакция — поиск воды. Вода найдена, и только после этого животное успокаивается и засыпает. Такова простейшая деятельность новорожденных.

Букет представленных выше врожденных реакций организма не является полным. На различных стадиях своей жизни каждое животное начинает проявлять специальную деятельность, которая выражается в поиске особи противоположного пола, размножении и выращивании потомства. У них возникают целенаправленные половые реакции.

Все эти реакции врожденные. Они передаются по наследству и проявляются неизбежным образом в деятельности почти всех живых существ, ибо являются основой жизни. Какова же природа этих врожденных реакций организма?

### *Потребность*

Жизнь характеризуется постоянно совершающимся обменом веществ. Последний связан с непрерывным расходом и потреблением энергии. Энергия поступает в организм главным

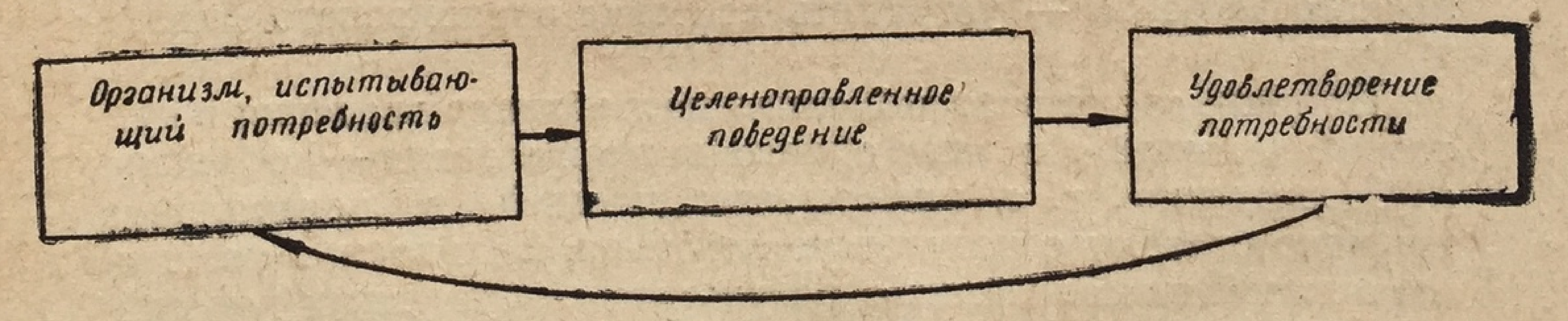
образом с пищей. Кроме того, для энергетических превращений питательных веществ в организме необходимо топливо — кислород. Сгорая в пламени кислорода, питательные продукты рождают энергию, благодаря которой живой организм осуществляет свою деятельность. В результате всех этих процессов в организме накапливаются продукты, которые надо все время удалять, а главное, возникает необходимость все время пополнять запасы питательных веществ.

Между тем организм может нормально существовать только в том случае, когда основные его внутренние константы находятся на относительно постоянном уровне. Известен афоризм великого французского физиолога К. Бернара по этому поводу: «Постоянство внутренней среды есть условие свободной жизни». Такими жизненно важными константами являются определенный уровень глюкозы в крови, осмотическое давление крови, кровяное давление, уровень кислорода в крови, кислотность и щелочность крови и т. д.

Всякое значительное отклонение той или иной жизненно важной константы организма от уровня, обеспечивающего его нормальную жизнедеятельность, становится для него опасным. Организм начинает испытывать потребность в специальных веществах и вынужден их активно искать и потреблять.

Итак, *потребность организма* — это любое значительное отклонение его жизненно важных внутренних констант от уровня, обеспечивающего его нормальные физиологические отправления.

Благодаря непрерывно идущему обмену веществ, любое живое существо испытывает потребности. Однако характер реакций, возникающих в ответ на потребности, неодинаков. Разные живые существа, находящиеся на разных ступенях эволюционной лестницы, имеют различные средства удовлетворения своих потребностей. Но у всех живых существ мы можем подметить одну общую закономерность: **возникшая потребность вызывает действие, направленное на ее удовлетворение.** Это может быть выражено следующей схемой:




Такая форма регуляции, в которой отклонение того или иного физиологического эффекта от уровня, обеспечивающего нормальную жизнедеятельность, само является причиной возвращения к нормальному уровню, получила в физиологии название *саморегуляции*.

Все формы инстинктивной деятельности формируются по принципу циклической саморегуляции. Удовлетворение любой потребности и, следовательно, восстановление нормального уровня основных внутренних констант организма получило специальное название — *подкрепление.*

Подкрепление — это прием пищи, воды, половые реакции. Наконец, уменьшение страха также является положительным подкреплением.

## *Действие и результаты действия*

Говоря о циклическом принципе организации инстинктивной деятельности, следует подчеркнуть, что любая саморегуляция требует введения в физиологию нового понятия — *«результат действия».*

Последний представляет собой этап приспособительной деятельности, имеющей для организма полезное или вредное значение. Если, например, после принятия пищи уровень питательных веществ в крови достигает величины, необходимой для нормальной жизнедеятельности организма, можно говорить о положительном результате приспособительного акта. При неудачном поиске пищи и непоступлении ее в организм следует говорить об отрицательном результате действия.

Понятие «результат действия», введенное в физиологию академиком П. К. Анохиным, по существу явилось дальнейшим развитием рефлекторной теории. Согласно классической рефлекторной теории считалось, что рефлекторный акт всегда кончается только действием. Известно, например, если ущипнуть лапку лягушки, то она ее отдергивает. С точки зрения наблюдателя, действительно происходит действие — сокращение мышц лапки. Однако для животного важно не действие, а его результат. Сокращением мышц лапки при действии на нее раздражающего агента лягушка пытается достигнуть полезного эффекта — устранить действие вредоносного раздражителя.

Понятие «результат действия» потребовало введения в приспособительный акт еще одного важного звена — *«обратной афферентации»,* т. е. информации, идущей в центральную нервную систему о результате действия. Только при наличии постоянной сигнализации о результате совершенных действий живой организм способен пластично и тонко приспосабливаться к окружающей его среде и быстро и надежно удовлетворять свои потребности.

Теперь вернемся к схеме на стр. 7. Возникающее на основе той или иной потребности организма целенаправленное поведение имеет свои качественные особенности. Оно направлено

на активный подбор специальных раздражителей внешнего мира. Только в том случае, когда будет найден раздражитель, удовлетворяющий по своим свойствам исходную потребность организма, целенаправленное поведение прекращается. В противном случае, т. е. если такой раздражитель не будет найден, животное будет совершать свой поиск бесконечно, вплоть до гибели. Таким образом на основе своих потребностей каждое животное производит активное исследование внешнего мира.

Такие состояния организма как голод, жажда, страх, половое возбуждение и т. д., возникающие на основе первичных изменений во внутренней среде и заставляющие организм активно искать или избегать специальных раздражителей внешней среды, получили в зарубежной литературе название первичных мотиваций. Поскольку большинство из указанных реакций передается по наследству, они называются также врожденными мотивациями. И. П. Павлов называл их основными влечениями организма.

Как же происходит реализация основных потребностей организма в целенаправленную деятельность? Какие механизмы приводят к поиску необходимых раздражителей во внешней среде?

## *Искусственные мотивации*

В 1952 году шведский ученый Андерсон произвел крайне любопытный эксперимент. Специальную иглу-канюлю он вживил в определенные отделы мозга козы и раздражал их, вводя в канюлю раствор хлористого натрия. К удивлению экспериментатора, в ответ на раздражение мозга, коза с жадностью бросалась пить. Стоило только прекратить раздражение, как питьевая реакция животного прекращалась. При повторном раздражении коза пила снова и снова. И эта реакция могла продолжаться сколько угодно несмотря на то, что коза все в большей степени раздувалась.

Ученый тщательно исследовал область, куда был погружен кончик электрода, обозначив ее как «питьевой центр». Этот «центр» оказался запрятанным глубоко в подкорковых образованиях мозга, в так называемой гипоталамической области.

Итак, первый шаг был сделан. Было установлено, что основные влечения организма у высших животных определяются деятельностью специальных подкорковых гипоталамических нервных центров.

Почти одновременно американский профессор Бробек и индийский ученый Ананд, разрушая определенные образования в той же гипоталамической области у крыс, получили сле-

3803—2

дующие результаты. Оказалось, что если разрушение производилось в средне-боковых частях гипоталамуса, то крысы полностью утрачивали всякий интерес к пище, и даже находясь в окружении самой лакомой для них пищи, погибали от истощения. Эти участки гипоталамической области авторы назвали «центрами питания». С другой стороны, при разрушении срединных отделов гипоталамической области, так называемых вентромедиальных ядер гипоталамуса, крысы, наоборот, начинали проявлять повышенную пищевую активность, становились «обжорами», потребляя большое количество пищи. При этом они резко прибавляли в весе и жирели. Поскольку раздражение этих центров гипоталамуса слабым электрическим током всегда вызывало прекращение акта еды у животных, они были названы Бробеком и Анадом «центрами насыщения».

В настоящее время показано, что раздражая через вживленные электроды слабым электрическим током «центры питания» в боковых отделах гипоталамуса, у животных можно вызвать дополнительный прием пищи даже в том случае, когда они насытились до эксперимента.

Аналогичным образом, применяя методы искусственного раздражения или разрушения различных подкорковых образований, ученые обнаружили центры, ведающие половыми влечениями и страхом. Все они сосредоточены в гипоталамической области.

Итак, на основании этих и многочисленных подобного рода экспериментов было твердо установлено, что «основные влечения» высших животных определяются деятельностью специальных центров гипоталамической области. Однако все эти данные были получены благодаря применению искусственных раздражителей. Возникает вопрос, каковы естественные раздражители внутренних механизмов инстинкта?

## *Кровь или нервные импульсы?*

Долгое время считали, что голод, жажда, половое влечение возникают в основном в результате раздражения определенных периферических образований организма. Так, известный американский физиолог Уолтер Кеннон считал, что причиной ощущений голода являются периодические сокращения желудка, которые регулярно происходят после 12—18-часового голодания. Считали также, что жажда возникает при сухости ротовой полости и глотки, а материнские влечения исходят из растянутых молоком грудных желез и т. д.

Однако эксперименты и клинические наблюдения застави-

ли пересмотреть эту точку зрения. Оказалось, что влечения голода полностью сохранялись при удалении желудка или при перерезке всех его нервных связей с мозгом. Точно также оказалось, что материнские влечения сохраняются после удаления обеих грудных желез. Из этого следует, что раздражения, идущие от периферических органов, не играют главной роли в возникновении основных влечений организма.

Но что же заставляет животное периодически искать пищу, воду или особь другого пола для размножения?

Было сделано предположение, что таким раздражителем являются специальные вещества, периодически накапливающиеся в крови («гуморальная теория»). Так, по мере голодания кровь теряет свои питательные вещества, становится «голодной» и приобретает способность раздражать определенные рецепторы. Такие рецепторы находятся как в стенке сосудов, так и непосредственно в центральной нервной системе. Наличие специальных нервных клеток, чувствительных к изменению содержания глюкозы в крови, было установлено в области вентромедиальных ядер гипоталамуса, т. е. в том месте, где расположен «центр насыщения». Особенность этих центральных рецепторов заключается в том, что они представляют собой специальные нервные клетки, обмен веществ которых очень специфичен. Одни из них используют в своем обмене преимущественно глюкозу, другие хлористый натрий и т. д. В результате этого при изменении содержания в крови того или иного вещества происходит избирательное возбуждение группы клеток, использующих это вещество в своем метаболизме. Аналогичные клетки существуют по отношению к содержанию в крови различных гормонов.

Установлено, например, что у животных, лишенных каких-либо пищевых или минеральных веществ, или же витаминов, резко возрастает предпочтение к этим веществам. Подобное явление наблюдается в случае удаления различных желез внутренней секреции. Так, при удалении надпочечников у животных наблюдается резко выраженное предпочтение к соленой пище. После перерезки всех вкусовых нервов такие животные утрачивают свое избирательное отношение к соли и погибают от ее недостатка. Стало быть у животных с удаленными надпочечными железами мы имеем специальную повышенную «настроенность» к соленым веществам, недостаточность которых наблюдается в организме.

Еще более яркий пример описан Вилкинсом и Рихтером. Авторы наблюдали мальчика с врожденной опухолью надпочечников. Вследствие этого недуга организм его не был способен удерживать соли натрия. С самого рождения этот ребенок проявлял постоянное беспокойство и не успокаивался после приема обычной пищи. В дальнейшем он начал проявлять предпочтение к более соленой пище. Авторы описывают

такой случай, как однажды, случайно натолкнувшись на соль в буфете, он начал есть ее пригоршнями. Характерно, что он быстро научился просить соль жестами, указывая на вышеупомянутый буфет и первым его словом было «соль». Соленая пища и все связанное с солью превратилось для этого мальчика в главную цель всей его короткой жизни.

Значит, соотношение гормонов и специальных химических веществ в организме определяет тот внутренний фон, на котором периодически разыгрываются механизмы его основных влечений.

Казалось бы, все очень ясно и просто. Но на самом деле механизм возбуждения подкорковых центров основных влечений оказался значительно сложнее.

В Советском Союзе были проведены наблюдения над жизнедеятельностью двух пар сросшихся близнецов (Т. Т. Алексеева).

Особенность строения этих близнецов заключалась в том, что, несмотря на сращение в тазовой области, у них была полностью разграничена центральная нервная система (головной и спинной мозг). Однако кровообращение у них было общим. Это доказывали следующие наблюдения. Глюкоза, введенная в вену руки одной из девочек, уже через 2 минуты переходила в кровь другой, а через несколько минут концентрация сахара в крови у обеих девочек почти уравновешивались.

Раздражение легким уколом кожи на 1 см. вправо от средней линии (условной линии раздела их тел) вызывало реакцию только соответствующей головки. Другая девочка оставалась к этому раздражению безучастной. Аналогичный результат получался и при обратных соотношениях.

Оказалось, что у этих сросшихся близнецов можно было наблюдать такое состояние, когда одна из девочек была накормлена, а вторая по-прежнему продолжала испытывать голод и требовать пищу. В чем же дело? Ведь концентрация питательных веществ в их крови, казалось бы, должна быть одинаковой, так как одна из девочек была накормлена? И тем не менее факт остается фактом.

В настоящее время мы должны признать, что возбуждение инициативных центров, определяющих различные врожденные влечения организмов, происходит совместно как нервным, так и гуморальным путем. Оба эти механизма в различной степени выражены у животных, находящихся на различных ступенях эволюционного развития.

У насекомых и низших животных гуморальные (особенно гормональные) факторы играют, по-видимому, основную роль в возникновении их инстинктивных реакций. Нервный механизм как средство наиболее быстрой реализации основных потребностей организма возник в эволюции, вероятно, значи-

тельно позднее. Однако, являясь более поздней прибавкой эволюции, нервный механизм мотиваций приобрел огромное предупредительное значение.

Действительно, у высших животных и человека мы наблюдаем появление влечений еще задолго до того момента, когда жизненно необходимые вещества внутренней среды полностью исчерпаны.

Примером этого является формирование состояния голода. Голодные ощущения начинают формироваться прежде всего под влиянием действия на гипоталамические центры нервных импульсаций, поступающих от опустевшего желудка и других пищеварительных органов. Как правило, в это время в крови и тканях организма уровень питательных веществ еще высокий. Однако под влиянием чисто нервных «тревожных сигналов» организм начинает искать питательные вещества.

Не правда ли, удивительно надежный приспособительный механизм перестраховки?

И только в том случае, когда влияние чисто нервных механизмов не приводит к потреблению пищи, включается вторая фаза голодания.

На этой стадии ткани и органы организма начинают «запирать» запасы своих питательных веществ. Особенно большие запасы веществ «запираются» в печени. В результате этого питательные вещества перестают поступать в кровь. Содержание их в крови резко падает, кровь становится «голодной». Но заметьте, что в тканях организма мы имеет при этом еще значительный резерв питательных веществ. Опять предупредительная приспособительная реакция!

Только при длительном голодании (у человека после 20 с лишним дней) резервы питательных веществ организма полностью исчерпываются.

Итак, в естественных условиях врожденные мотивации у живых существ формируются на основе возникновения соответствующей потребности. Последняя нервным и гуморальным путем возбуждает специальные нервные клетки, расположенные у высших животных в гипоталамической области. У более низших существ, особенно у насекомых, эти клетки могут располагаться в различных частях их цепочковой нервной системы. Тем не менее общий принцип формирования основных влечений является единым у различных живых существ, стоящих на различных уровнях эволюционного развития.

Теперь попробуем ответить на вопрос, каким образом возбуждение инициативных мотивационных центров приводит к формированию целенаправленного поведения.

## *Внутреннее программирование*

Поведение любого живого организма определяется возбуждением прежде всего его моторных нервных элементов, иннервирующих соответствующий мышечный аппарат. Значит, вопрос формирования целенаправленного поведения при врожденных мотивациях — это вопрос, каким образом возбуждения центров, определяющих мотивации, адресуются к исполнительным моторным элементам. Однако все живые существа, прежде чем раздать команды исполнительным органам, предварительно осуществляют важную стадию — оценивают свое исходное состояние. Эта оценка исходного состояния осуществляется специальными чувствительными клетками различных уровней центральной нервной системы.

Наибольшими возможностями в этом смысле обладают клетки коры головного мозга. Но каким образом возбуждение специальных гипоталамических центров, определяющих различные врожденные мотивации, вовлекает в свою деятельность клетки коры головного мозга?

На этот вопрос удалось ответить только после выдающихся открытий американского ученого Мэгуна и итальянца Моруцци. Они установили, что подкорковые образования головного мозга, в частности, ретикулярная формация, оказывают на кору мозга восходящие активирующие влияния. Благодаря этим влияниям клетки коры мозга могут бодрствовать, творить и оценивать любое состояние организма. Собственно говоря, подкорковые образования ретикулярной формации играют роль своеобразной электростанции, снабжающей энергией клетки коры головного мозга.

В дальнейшем оказалось, что и клетки гипоталамуса обладают подобными же свойствами. Возбужденные, например, нервными импульсами, идущими из пустого желудка или факторами «голодной» крови, они немедленно начинают избирательно вовлекать в свое возбуждение другие клетки подкорковых образований ретикулярной формации. Вследствие этого к клеткам коры мозга устремляются мощные потоки активирующих импульсаций. А это в свою очередь приводит к избирательному вовлечению клеток коры мозга в деятельность подкорковых центров, определяющих пищевое возбуждение у голодных животных. Точно также происходит вовлечение чувствительных элементов коры мозга в деятельность других гипоталамических мотивационных центров.

На основе этих активирующих механизмов клетки коры мозга, возбужденные в определенной мозаике, производят своеобразную «оценку» состояния организма, его потребности

и вырабатывают специальное «решение», или «программу», направленную на удовлетворение возникшей потребности. Следовательно, на основе чисто нервных механизмов, приведенных в действие той или иной внутренней потребностью, возникает своего рода «заряженное» состояние организма, которое программирует поиск необходимого вещества. Не трудно заметить, что это возбуждение заключает в себе все свойства будущего подкрепления.

Это существенное свойство всех врожденных инстинктивных механизмов. Все они, как мы увидим ниже, строятся на основе запрограммированных действий, направленных на достижение в будущем того или иного приспособительного эффекта.

Подводя итог, мы можем сказать, что врожденные мотивации заключают в себе закодированные в определенных физиологических механизмах все свойства и параметры необходимого подкрепления. На этой основе формируется специальное поведение, которое строится по принципу подбора внешних раздражителей соответствующим свойствам будущего подкрепления, которые запрограммированы в каждой мотивации. Этот аппарат опережающего действительные события возбуждения, производящий оценку свойств будущего подкрепления, получил в лаборатории П. К. Анохина название «акцептор действия».

## *Механизмы подкрепления*

Как уже указывалось ранее, любая мотивация завершается соответствующим подкреплением. В одних случаях это поиск специальных веществ во внешней среде и их употребление. В других случаях — наоборот, — это избавление от продуктов жизнедеятельности. Что же происходит в организме при подкреплении?

Характерно, что любое подкрепление приводит к снижению исходной активности инициативных мотивационных центров организма, к устранению их активирующих влияний на другие отделы нервной системы и как следствие этого, к общей его успокоенности. При этом также используются нервные и гуморальные механизмы.

Рассмотрим в качестве примера механизм насыщения.

Известно, что насыщение животных происходит еще в момент потребления пищи, т. е. задолго до того как питательные вещества поступят в кровь. Этот процесс насыщения происходит на основе чисто нервных механизмов под влиянием раздражения поступающей пищей рецепторов ротовой полости и

особенно желудка. Истинное обменное насыщение обычно наступает спустя 1—2 часа после приема пищи.

В механизме «нервного», или сенсорного насыщения заключается глубокий смысл эволюции живых существ и прежде всего борьба за время. Ведь в природе никогда не бывает так, чтобы поступившая в желудок пища была бы отнята у животного. Следовательно, уже этап поступления питательных веществ в желудок является надежным сигналом для выброса и использования в полной степени всех «запертых» питательных резервов организма. Здесь мы снова встречаемся с механизмом опережающего действительные события возбуждения.

Этот этап сенсорного насыщения является чрезвычайно важным для развития последующих стадий насыщения. Достаточно указать на то, что насыщение никогда не наблюдается при введении питательных веществ непосредственно в кровь, минуя пищеварительный тракт.

С другой стороны, одно только раздражение рецепторов ротовой полости и желудка не способно вызвать длительного насыщения. Для этого необходимо последующее поступление питательных веществ в кровь.

Стало быть и в механизме подкрепления также имеется программирование с опережением реальных событий действительности.

## *Эмоциональные механизмы мотиваций*

В процессе эволюции живых существ на Земле в их жизнедеятельности появился аппарат эмоций. Эмоции возникли в эволюции как средство быстрого и наиболее экономного реагирования на внешние воздействия, быстрой оценки своего внутреннего состояния и скорейшего и наиболее эффективного удовлетворения основных потребностей организма.

Представим себе два живых существа. Одно из них способно только «механически» реагировать на любые изменения в его организме, а также в окружающей его среде. Другое же существо в результате определенных изменений его организации приобрело специальный аппарат, позволяющий ему в ответ на действие различных внешних раздражителей быстро оценить свое состояние, а также свои потребности и после этого быстро принять решение к совершению того или иного действия.

Спрашивается, какое из этих существ наиболее выгодно приспособлено к условиям существования и выживания? Ни у

кого не возникает сомнения, что второе существо является более совершенным.

Именно таким аппаратом, позволяющим животному быстро оценивать свое внутреннее состояние и строить соответствующую форму реакции, оценивать пользу или вред для него того или иного раздражителя, и явился аппарат эмоций.

Поскольку такое приобретение оказалось очень полезным для живых существ, оно быстро закрепилось в эволюции и все дальнейшее развитие шло в направлении более глубокого совершенствования этого эмоционального аппарата.

Эмоции позволили живым существам не просто оценивать свое внутреннее состояние, но оценивать его *мгновенно и точно*.

Всем известно, что появление чувства голода заставляет человека устремляться на поиск пищи. Появление боли заставляет нас или устраниться от вредного раздражителя или занять наиболее выгодное положение для поврежденного органа. Мы видим, таким образом, что эмоции позволяют человеку быстро оценивать свое состояние и построить приспособительную реакцию. Они играют роль своеобразного «пеленга», при помощи которого организм нередко, даже без участия сознания, мгновенно оценивает свое состояние и производит целенаправленную приспособительную деятельность. Именно в этом состоит глубокий смысл биологической теории эмоций, предложенной в нашей стране академиком П. К. Анохиным.

Возникает естественный вопрос, в какие звенья приспособительных актов живых организмов включились эмоции и какова их роль в формировании целенаправленной инстинктивной деятельности?

Надо сказать, что эмоции самым непосредственным образом участвуют в процессах формирования различных потребностей организма и их удовлетворения.

Любая врожденная мотивация, возникающая на основе той или иной потребности организма, как правило, сопровождается эмоцией неприятного характера. Это эмоции страха, жажды, голода. С другой стороны, процесс подкрепления, удовлетворения исходной потребности всегда сопровождается эмоцией положительного качества. Это пищевое насыщение, половой акт, избегание наказания и пр. И здесь мы снова встречаемся с «мудрым решением» эволюционного развития. Не будь, например, голод столь неприятен эмоционально, он, пожалуй, не заставил бы животное столь активно и настойчиво искать пищу. С другой стороны, немаловажную роль, как мы уже отмечали ранее, играют в целенаправленном поиске представления о свойствах будущего подкрепления, которые вызывают положительные эмоциональные ощущения.

Эмоции прежде всего включены в процесс стимулирования и удовлетворения как низших, так и более высоких потребностей организма, вызывающих его целенаправленную деятельность. Они способствуют более быстрому осуществлению этих реакций и являются могучим средством для достижения любой цели. При этом, чем ближе поведение животного к направленной цели, тем большее эмоциональное удовлетворение оно получает. Таким образом, всякое совпадение результатов действия с поставленной целью всегда вызывает положительные эмоции удовольствия. Наоборот, отрицательные эмоции способствуют наиболее быстрому и экономному принятию решения к совершению того или иного действия.

Спрашивается, на основе каких физиологических механизмов формируется эмоциональное обеспечение мотиваций и их удовлетворение?

Ответить на этот вопрос позволили остроумные эксперименты американского исследователя Дж. Олдза. Автор вживлял в мозг крысы специальные электроды. Особенность этих экспериментов состояла в том, что в них рычаг, замыкающий цепь тока, раздражающего нервный центр, был предоставлен самому животному. Оказалось, если раздражение электрическим током вызывает у животного «приятные ощущения», то такие животные без конца (до 14000 раз в час) нажимают на рычаг и тем самым замыкают цепь тока, раздражающего их мозг. Если же раздражение вызывает «неприятные» ощущения, животные никогда не нажимают на рычаг и даже стремятся убежать из того помещения, где этот рычаг находится. На основании всех этих экспериментов были составлены специальные карты «положительных» и «отрицательных» эмоциональных зон в головном мозге. В основном эти центры располагаются в глубине подкорковых образований.

Однако возникает вопрос, распространяется ли эмоциональное возбуждение на клетки коры головного мозга, т. е. на те его отделы, которые обладают наиболее высокими возможностями связей с внешним миром.

Вопрос этот отнюдь не праздный. Его глубокий смысл состоит в том, какую роль играют эмоции в воспитании, обучении, памяти?

Рассмотрим в качестве примера механизм формирования состояния голода.

При израсходовании внутри организма питательных веществ происходит избирательное возбуждение подкорковых мотивационных центров голода, вызванное возбуждением специальных нервных образований или прямым действием на них «голодной» крови, то есть крови, со сниженным содержанием питательных веществ.

Эти центры широко связаны с клетками коры мозга и, следовательно, приводят их тоже в возбужденное состояние. Ка-

залось бы, что этого достаточно, чтобы у животного возникло пищедобывательное поведение. Но нет. Клетки коры, возбуждаясь, начинают раздавать свои «приказы» не только исполнительным органом, но и тем эмоциональным центрам, которые находятся в глубине мозга. Последние же, со своей стороны, снова посылают к коре такие мощные разряды, которые поддерживают «голодное» возбуждение в постоянном напряженном тонусе. Именно этот процесс сопровождается возникновением «голодных» эмоциональных ощущений.

Вопрос о том, как клетки коры, возбужденные той или иной мотивацией, мобилизуют для своих «целей» эмоциональные центры, остается еще во многих отношениях неясным. Однако бесспорно то, что эмоциональное возбуждение будучи вызволено из своего «подвала» завладевает почти всеми клетками коры мозга, и в этом заключается его огромная энергетическая сила воздействия на все формы сознательной деятельности, позволяя мозгу мыслить, запоминать и творить.

## *ИНСТИНКТЫ И ВНЕШНЯЯ СРЕДА*

Итак, внутренние механизмы, т. е. те материальные процессы, которые определяют основные влечения организма, играют чрезвычайно важную роль в формировании инстинктов.

Вместе с тем возникает вопрос, всегда ли только внутренние механизмы определяют инстинктивное поведение?

Многочисленные примеры показывают, что это не так. Немаловажное значение в формировании инстинкта играет внешняя среда. Что же в эволюционном развитии явилось первичным в механизме инстинкта, внешние или внутренние факторы?

Для того чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к более низким формам целенаправленного поведения — тропизмам.

### *У истоков инстинктов. Тропизмы*

Совершают ли растения целенаправленные действия? Да, совершают. Но их действия, или лучше сказать, перемещения целиком определяются факторами внешней среды. Растения не имеют своих внутренних механизмов поведения, благодаря которым они смогли бы противопоставить себя внешней среде.

Всем хорошо известно, как поворачивается подсолнечник к Солнцу, а ночные цветы, наоборот, раскрываются с его заходом.

Подобные реакции мы можем наблюдать и у простейших животных.

Пресноводные гидры, особенно зеленая гидра, всегда располагаются на стенке аквариума, обращенной к окну. Стоит только повернуть аквариум, как гидры снова перемещаются на светлую сторону. Такие реакции известны под названием тропизмов.

Кроме света, направляющими факторами тропизмов являются разнообразные физические явления. Это может быть движение или давление воздуха и воды, их температура, осмотическое давление, земное притяжение и пр. Особое значение имеют специальные химические раздражители. Удивительным притягательным свойством обладает, например, запах пчелиной матки. Благодаря этому запаху пчелы узнают принадлежность той или иной пчелы к своему улью.

Создается впечатление, что при тропизмах у низших животных, так же как и у растений, влияние внешнего фактора подавляет всякую индивидуальность.

Автором такой, почти механической теории тропизмов явился известный исследователь Ж. Лёб. Он обратил внимание на то, что большинство животных имеет симметричное строение. Если насекомое освещать слева, оно поворачивается в левую сторону. Если его освещать справа, оно поворачивается в правую сторону. И только когда оба глаза совпадают с источником света, насекомое начинает двигаться прямо. Эти наблюдения позволили Ж. Лёбу создать специальную модель — фототропический прибор, имитирующий поведение животных, обусловленное внешними факторами. Прибор представляет собой треугольную площадку, смонтированную на трех колесиках. Впереди, на площадке, расположены две симметрично поставленные линзы, разделенные продольной перегородкой. Заднее колесо платформы действует как руль — оно может отклоняться вправо и влево двумя электромагнитами, питаемыми аккумуляторами. В цепь обоих электромагнитов включено по селеновой пластинке, каждая из которых находится в фокусе одной из линз. Два передних колеса прибора насажены на общую ось и приводятся в движение электромотором. Модель работает следующим образом: когда левая линза получает больше света, то сильнее освещается и левая селеновая пластинка, ее электрическое сопротивление уменьшается, пластинка пропускает больше тока и левый электромагнит отклоняет рулевое колесо влево. Точно так же происходит поворот вправо. Такой прибор может следовать за источником света, повторяя все его движения.

Ряд примеров показывает, что подобные механизмы имеют место у насекомых. Если, например, замазать краской один глаз у мухи, она начинает двигаться по кругу, взбирается на дерево по спирали и т. д. Здесь отчетливо проявляется асимметрия поведения.

Дождевой червь также движется автоматически, реагируя на освещенность. Направление его движения определяется выравнением количества света, полученного фоторецепторами правой и левой стороны. В результате этого он движется к более темным участкам, где находит пищу и убежище.

Личинки морских уточек, например, могут плыть как по направлению к поверхности моря так и в глубину. Оказалось, что здесь решающий фактор — температура воды. При охлаждении личинки устремляются к свету. При повышении температуры — в глубину. Другие водные ракообразные, например, дафнии плывут вглубь при ярком свете и, наоборот, собираются на поверхности в темноте.

Тропизмы наблюдаются и у млекопитающих. Так, новорожденные крысята, у которых еще не прорезались глаза, ползут от яркого света. Если крысят освещать двумя источниками света, то в том случае, когда сила света обоих источников одинакова, они ползут перпендикулярно к линии, соединяющей оба источника света. Если же сила света неодинакова, путь животного отклоняется в сторону более слабого источника света.

Итак, мы видим, что на определенной стадии эволюционного развития факторы внешней среды имеют доминирующее значение в механизме влияния на приспособительное поведение животных.

И все же следует сказать, что Ж. Лёб не усмотрел одного чрезвычайно важного обстоятельства. Несмотря на то, что простейшие животные, казалось бы пассивно реагируют на воздействия внешней среды, они все в большей степени приобретают способность оценивать эти влияния в зависимости от своего исходного состояния.

Подтверждением этого является хотя бы то обстоятельство, что у многих насекомых, муравьев и мух знак фототропизма изменяется при достижении половой зрелости, насыщения, возраста, утомления и пр.

Яркий пример изменения таксиса в зависимости от состояния животного наблюдается у некоторых видов гусениц. Ранней весной под влиянием температуры они начинают выползать из своих зимних гнезд и устремляются вверх по стеблям кустарника. Такое движение вверх наблюдается у них только в голодном состоянии. При насыщении гусеница ползет в любом направлении. Следовательно, даже примитивные формы инстинктивной деятельности определяются не только

внешними факторами, но и зависят от исходного состояния живого существа.

Какие же факторы внешней среды являются наиболее существенными для инстинктивной деятельности?

## *Факторы ориентации. Свет и температура*

Известная всем плодовая мушка дрозофила обычно достигает своего зрелого состояния за час до рассвета. Именно в этот момент происходит выход мухи из куколки. Если же заставить яйцо дрозофилы созревать в полной темноте, то выхода взрослой мухи из куколки не произойдет. Для того чтобы «завести свои часы», личинка куколки должна получить по крайней мере хотя бы одну короткую вспышку света, имитирующую рассвет, более чем за два дня до момента выхода взрослого насекомого из куколки.

Таким образом, муха-дрозофила развивается благодаря своим внутренним механизмам, но для качественного скачка в развитии — перехода от личиночной стадии во взрослое животное — ей необходим специальный внешний раздражитель — свет.

Общеизвестным примером зависимости индивидуального развития от сезонных изменений времени года являются многолетние растения нашей средней полосы. Из года в год осенью они сбрасывают свой зеленый наряд, чтобы с первыми признаками весны снова надеть его, цвести и плодоносить.

Однако мы можем изменить строго заведенный режим жизни растения. Особенно наглядно это наблюдается при некоторых межвидовых скрещиваниях, тогда дерево начинает цвести и плодоносить раньше или, наоборот, позднее, чем это оно делало до прививки. В случае прививок мы влияем на внутренний часовой механизм жизни растения. Можно также изменить ритм работы растения, поместив его в условия искусственного освещения, обогрева и т. п.

Точно так же можно изменить ритм деятельности насекомых и животных. Известны, например, опыты, когда кур заставляли искусственно нести в сутки не одно, а два яйца. Для этого оказалось достаточным разделить сутки на две равные части, в каждой из которых создать свой день и ночь. В результате петухи дважды в день совершали свою утреннюю песню, а куры увеличивали кладку яиц.

Многие паразиты и вши живут только при определенной температуре. При лихорадке, например, они покидают человека. Таким образом, эти животные как бы имеют «внутрен-

ние термометры», с помощью которых они производят оценку окружающей их температуры.

Некоторые москиты чрезвычайно чувствительны к инфракрасному излучению. Каждый человек излучает инфракрасные лучи. Однако степень такого излучения у разных людей различна и зависит также от исходного состояния. Вот почему одни люди более предрасположены к укусам насекомых, а другие менее. Повышенной чувствительностью к инфракрасным лучам обладают также некоторые гремучие змеи.

Долгое время оставался неясным вопрос, чувствуют ли рыбы изменения температуры? Ответ на этот вопрос был дан остроумным экспериментом, проведенным в Гарвардском университете. В аквариуме, где жили рыбы, был установлен специальный рычаг, нажатие на который приводило к добавлению в аквариум струйки холодной воды, снижавшей в течение секунды температуру аквариума на 0,5° С. После некоторой тренировки рыбы при повышении общей температуры воды в аквариуме, стали нажимать на рычаг, производя охлаждение воды до оптимального уровня.

Этот пример показывает, что животные не только пассивно зависят от окружающих условий, но могут активным образом воздействовать на среду своего обитания.

Еще более яркие примеры активного поддержания окружающей температуры на определенном уровне представляют муравьи и пчелы. Ранней весной муравьи переносят свои личинки под камни и доски, нагретые солнцем; с заходом солнца личинок уносят в муравейник. Пчелы в жаркие дни покидают ульи. Кроме того, они производят своеобразные движения крыльями, вентилируя тем самым улей. Некоторые из них приносят воду и обрызгивают ею верхние поверхности сот.

Зимой пчелы собираются в специальный «клуб», поддерживая температуру внутри его на строго постоянном уровне. При наличии постоянного количества сахаристых кормов температура в центральной части сот, где находятся ячейки с яйцами, личинками и куколками, в течение всего периода выращивания потомства поддерживается на уровне 33—34° С.

Подобную организацию общественного поддержания оптимальной температуры можно наблюдать у королевских пингвинов, которые при сильном морозе собираются в характерные «хороводы».

Таким образом, у многих живых существ свет и окружающая температура являются важными факторами, способствующими проявлению их инстинктивной деятельности.

В настоящее время ряд исследователей предполагает, что в ответ на действие света и окружающей температуры насекомые вырабатывают специальные гормоны, которые оказывают существенное влияние на течение внутренних механиз-

мов инстинкта. Вот почему для развития куколки дрозофилы необходимо воздействие света.

При действии холода у спящих животных повышается продукция соматотропного гормона гипофиза, резко снижающего уровень обмена веществ в тканях.

У таракана недавно обнаружены четыре особых клеточки, находящиеся под их крохотным мозгом. Эти клетки определяют его ночную деятельность от 6 часов вечера до 6 часов утра. Если извлечь эти клеточки и пересадить их лабораторному таракану, который благодаря искусственному освещению имеет другую форму деятельности с 6 часов утра до 6 часов вечера, то последний после операции переходит на другой ритм работы, а именно с 6 часов вечера до 6 часов утра.

В последнее время все больше сторонников завоевывает представление, согласно которому у высших животных и человека центральная роль в регуляции ритмической деятельности в зависимости от окружающей среды принадлежит шишковидной железе.

## *Положение Солнца и уровень океана*

Многие животные приурочивают свою жизнь к положению источника света на земле — Солнца. Например, если перевезти пчел из Америки во Францию, то американские пчелы будут некоторое время жить во Франции по своему прежнему «американскому» расписанию. Со временем они, однако, приспособятся к новым условиям. Тем не менее эти же пчелы совершенно дезориентируются в южном полушарии, где Солнце в полдень находится на Севере.

Некоторые насекомые «настраивают» свои внутренние «часы» на время прилива и отлива океана.

Если перевезти устриц или панцирных моллюсков с западного побережья океана на восточное, то можно наблюдать любопытную картину. Они продолжают регулировать свою жизнь в соответствии с океанскими приливами западного побережья. Ширина щели между створками раковины и поглощение моллюсками кислорода увеличиваются и уменьшаются в ритме приливов и отливов на западном побережье океана.

Море и океан являются надежными факторами ориентации животных. Извлеките из воды рачка-бокоплава, живущего вдоль Адриатического побережья Апеннинского полуострова, как он автоматически повернется к востоку и побе-

жит к воде. Оказавшись на берегу Неаполитанского залива, этот же рачок направится на запад.

Ориентация крабов несколько сложнее. Они ориентируются как на часы приливов и отливов океана, так и на Солнце. В зависимости от этого у них резко изменяется уровень содержания гормонов, которые увеличивают или уменьшают число пигментных клеток, в виде точек, покрывающих поверхность их тела. Вот почему днем эти крабы имеют темный буровато-серый цвет, а ночью цвет светлой слоновой кости. Темная бурая окраска для крабов имеет защитное значение. Она помогает им днем во время отлива прятаться в своих норах.

Ориентация морских червей и некоторых видов рыб еще более сложная. Они комбинированно воспринимают и оценивают ритм прилива, фазы луны и времена года. Их брачные обряды приурочены только к одному определенному приливу.

## *Запах*

Мы уже упоминали ранее о роли химических веществ в инстинктивном поведении. Запах является могучим средством общения живых существ и исследования внешнего мира. Каждый вид животных имеет свой собственный, биологически обусловленный спектр запахов. Если кролик лучше всего различает по запаху морковку, то собака это лучше делает по отношению к запаху кролика.

Чувствительность обоняния также определяется состоянием организма. Оно резко повышается при голоде, при накоплении в организме половых гормонов.

Фабр обнаружил, что самки бабочек китайского шелкопряда совершенно не чувствительны к запаху, которым они завлекают самцов. Однако самцы реагируют на этот запах в чрезвычайно ничтожных концентрациях и пролетают расстояние в семь миль, возбуждаемые этим запахом. Это вещество в 1959 году обнаружил лауреат Нобелевской премии Адольф Бутенандт из Мюнхенского института биохимии. Оно представляет собой спирт с шестнадцатью углеродными атомами в одной молекуле.

Запах может изменять внутреннее состояние животных. Известно, например, что у самок мышей при виде и запахе самца изменяется их половой цикл. В 1960 году в английском институте медицинских исследований в Лондоне было обнаружено, что самки мышей не беременеют сразу же после спаривания, если подвергаются запаховым раздражениям от других самцов. Вот почему в скученной колонии обычно резко снижается рождаемость!

## *Электричество*

Многие живые существа обладают исключительной чувствительностью к действию электрического тока. Любопытен эксперимент с одноклеточными туфельками-парамециями. Если к капле воды, в которой плавают парамеции, с двух сторон подвести электроды от батареи постоянного тока, то можно наблюдать, что все они начинают плыть в сторону отрицательного полюса.

Некоторые виды улиток, например, речная улитка, прекрасно ориентируются по силовым магнитным линиям Земли.

Морские миноги испускают специальные электрические импульсы. Каждый такой импульс представляет собой электрический ток, который выходит из одной части миноги, проходит по воде и возвращается в другую область ее кожи. Таким образом немедленно воспринимается любое изменение посланного импульса. Они также обладают высокой чувствительностью к электромагнитному полю.

Рыба-нож имеет специальный электрический орган, расположенный возле кончика хвоста. Пятясь, эта рыба залезает в ямки и использует электрические импульсы, идущие от хвостовой части, для исследования содержимого этих ямок.

Большинство рыб использует электрические органы для навигации. При каждом импульсе у такой рыбы вдоль ее тела распространяется слабый электрический ток, который все время корректируется с магнитным полем Земли.

Однако есть рыбы, которые используют электрический разряд для нападения и защиты. Электрический скат, например, производит разряд напряжением около 70 вольт. Серией таких разрядов он оглушает свою жертву. Электрический сом, живущий в Ниле, производит разряд даже до 350 вольт.

## *Специальные сигналы*

Большинство живых существ на Земле издает различного рода сигналы. Эти сигналы служат как выражением определенного состояния, так и имеют информационный смысл. В брачный период самец призывает самку специальной «песней любви».

Каждый вид животных «работает» на своей волне. При этом оказываются занятыми все диапазоны волновых колебаний — от медленных до ультравысоких. Единственное спасение в этом хаосе звуков состоит в том, что каждое животное обладает только узким спектром восприятия звуковых колебаний. Не исключением является в этом смысле и человек.

Его ухо воспринимает только от 20 до 20000 колебаний в секунду.

Сигналы, издаваемые животными, могут быть использованы и для эхолокации.

Наиболее поразительна в этом смысле деятельность подковоносых летучих мышей, широко распространенных в Европе, Америке и Австралии. Они имеют вокруг носа и рта двойную складку мембран. Последняя служит своеобразным горном, концентрирующим высокочастотные сигналы в узкий звуковой пучок, который наподобие света фонаря животное может направлять в любую сторону. Обладая таким прибором, летучие мыши непрерывно прощупывают окружающее их пространство, даже когда они отдыхают в висячем положении, находясь головой книзу. Надо сказать, что тазобедренные суставы летучих мышей очень подвижны, поэтому они способны даже в висячем положении поворачивать свое тело так, что оно описывает полный круг. В результате таких движений животное получает возможность сканировать окружающую среду в поисках добычи.

Разве это не высокосовершенная самонаводящаяся ракета! Вместе с тем летучие мыши постоянно воспринимают отраженные сигналы. Некоторые ученые полагают, что их уши способны держать звук «под наблюдением» с момента его испускания. Благодаря этому летучие мыши определяют не только, какой объект находится перед ними, но по высоте звучания отраженного звука даже направление его движения.

Но природа хитра. Для защиты от сигналов летучих мышей многие мотыльки имеют пушистый покров, а пушинки почти не отражают звука. Другие насекомые, например жуки, имеют двойной диапазон слышимых звуков. В одном диапазоне они слышат звуки своих сородичей, а в другом — звуки приближающихся летучих мышей. Вслед за этим они складывают свои крылья и камнем падают на землю, тем самым спасаясь от преследователя.

Почти все пещерные птицы также используют эхолокацию. В пещерах Венесуэлы и Гвианы в Южной Америке, например, обитает масляная птица, которая также ориентируется с помощью отраженных колебаний своих щелкающих звуков.

Эхо играет важную роль в жизни и водных животных. Киты и дельфины широко используют эхолокацию для ловли рыбы и общения друг с другом. А другие животные и человек разве не используют в своей жизни эхолокацию? Мы все время воспринимаем, и порой подсознательно, оцениваем окружающие нас звуки. Они тесно вошли в нашу жизнь. Мы уже не можем представить идущего поезда без равномерного постукивания колес, летящего самолета без рева мотора. А представьте, как бы реагировал летящий в самолете чело-

век, если бы шум моторов внезапно прекратился? Все время, всю жизнь мы, сами того не замечая, оцениваем звуковую информацию.

## *Оценка информации*

Итак, многочисленные факторы внешней среды способны оказывать существенное влияние на характер инстинктивных действий животных. При этом в зависимости от экологии каждое живое существо имеет ведущий канал внешней информации.

У человека и птиц, например, ведущим каналом связи с внешним миром является зрение. У собаки — обоняние. У дождевого червя — осязание. Муравей обладает в равной степени хорошим осязанием и обонянием. В зависимости от того, какая внешняя информация является ведущей в поведении живых существ, можно говорить об их «мировоззрении», «мирообонянии», «мироосязании» и т. п.

Но какой бы канал информации не был ведущим, на его основе всегда происходит принятие «решения» к совершению действия. Муравей на основе осязания быстро принимает решение напасть на погохвостку (если она меньше его) или убежать прочь (если она крупнее его).

Точно так же, на основе только осязания размера ячейки, пчела, откладывающая яйца, принимает соответствующее решение. Если ячейка большая — у нее выделяется сперма и откладывается оплодотворенное яйцо, из которого в будущем разовьется матка. Если размер ячейки маленький, то в нее откладывается неоплодотворенное яйцо, из которого появится трутень.

Все эти механизмы оценки информации врожденные. Они определяются прежде всего сопоставлением внешних раздражителей с исходным состоянием животного, с его внутренними потребностями. По мере усложнения организации животные приобретают способность оценивать все большее количество внешних раздражителей. Тем не менее среди всех этих раздражителей сохраняет свое значение ведущий, пусковой компонент. Из всего этого следует, что инстинкт проявляется только в определенных условиях. Он, формируясь на основе внутренних врожденных механизмов, проявляется под влиянием определенных, как правило, постоянных раздражителей внешней среды. При изменении условий внешней среды инстинкт может совсем не проявиться или значительно измениться. Но об этом ниже.

Сейчас нам важно подчеркнуть следующее обстоятельство. Рассматривая примеры влияния внешних факторов на ин-

стинктивную деятельность, мы можем заметить, что характер внешних влияний всегда определялся исходным состоянием насекомого или животного. Следовательно, происходит не только пассивное действие факторов внешней среды на живой организм, но, что самое важное, он сам активно подбирает и использует их для удовлетворения своих потребностей.

Таким образом, потребности организма, первичные изменения его внутренней среды, как правило, выступают в инициативной роли оценки окружающей обстановки. Принятие решения к действию происходит на основе оценки внешних раздражений через призму исходного внутреннего состояния. Это очень важный момент. Он позволяет подойти к проблеме инстинкта с принципиально новых позиций.

## *ИНСТИНКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ*

Каким же образом принятое на основе внутренних потребностей и факторов внешней среды «решение» реализуется в соответствующее, называемое инстинктивным, поведение?

Вернемся снова к новорожденному щенку. Голодный щенок совершает массу беспорядочных движений. Он обнюхивает все находящиеся на его пути предметы, «исследует» их и после длительных проб и ошибок может найти, наконец, необходимую ему пищу. Как неуверенны его первые поисковые движения!

Совсем другая картина наблюдается у насекомых.

### *Жесткая программа поведения*

Рассмотрим, к примеру, поведение личинки осы. Вылупившись в своей земляной норе из куколки, она поедает отложенные родителями пищевые запасы, и несколько раз линяет. Съев последнего сверчка, личинка начинает ткать кокон, а затем впадает в десятимесячное оцепенение. Проходит десять месяцев развития. Оса приобретает свою нарядную окраску, разрывает кокон, прокладывает себе дорогу в почве и вылетает на волю, чтобы в течение двух месяцев своей короткой жизни дать начало новому поколению. Здесь все строго определено, каждый шаг как бы заранее расписан.

Рассмотрим теперь поведение взрослой осы-сфекса, прекрасно описанное в книге Ж. Фабра «Жизнь насекомых».

В строго определенное время развития оса роет в земле одну или несколько норок. После того как норки готовы, оса улетает на охоту, ищет и парализует сверчка, нанося ему три жалящих удара в области его главных нервных узлов. Она подтаскивает сверчка к норке, оставляет его у входа на поверхности, а сама (возможно с целью проверки) залезает в норку. Только проверив и убедившись, что в норке нет никого постороннего, оса втаскивает туда кузнечика и откладывает на его грудку яйцо. Таким же образом она втаскивает в норку еще одного или двух сверчков. Отложив яйцо на грудку последнего сверчка, оса замуровывает вход в гнездо.

Какая четкая последовательность событий!

Теперь попробуем разобраться, что же заставляет осу выполнять эту последовательную цепь действий? Безусловно, что основным и главным инициативным фактором этой цепи являются изменения во внутренней среде осы, связанные с накоплением в ее организме половых гормонов, спариванием, созреванием яиц и пр. Эти процессы в свою очередь, бесспорно, определяются многими факторами внешней среды (окружающая температура, положение Солнца, длина дня и ночи и пр.).

Все это роковым образом приводит осу к необходимости рыть гнездо. Сама механика подготовки гнезда, также как и всех последующих действий, определяется сопоставлением действия на осу факторов внешней среды с заготовленной в ее организме программой. Если, например, оса не может подыскать соответствующую почву для норки, она будет искать новую почву, пока необходимое место не будет найдено.

Теперь о форме строительства. Если, например, у пчел разрушить построенный ими сот, они немедленно принимаются исправлять разрушения, и в конце концов, сот, может быть, и не такой совершенный как первый, будет восстановлен. Если дождь размывает норку сфекса, оса вырывает новую.

Итак, мы видим, что для того, чтобы перейти к следующему этапу своей деятельности, оса должна получить определенный этапный результат своего действия. Первый крупный этапный результат — это построение норки. Только после этого оса улетает на охоту. Все в поведении осы запрограммировано. Последующий этап не может начаться, пока не закончен успешно предыдущий.

Аналогичным образом строятся все последующие этапы деятельности осы.

Если вы отнимете сверчка у летящей к норке осы, она снова улетает на охоту и убивает нового сверчка. Если в тот момент, когда оса проверяет гнездо, спрятать лежащего у входа сверчка, то возвратившись и не найдя своей жертвы, оса опять улетает на поиски нового сверчка. Характерно, что всякий раз, когда оса подтаскивает свою жертву к входу в

норку, она непременно оставляет сверчка и проверяет содержание гнезда. Эту процедуру можно неоднократно повторять, как это делал Фабр, и оса всегда продолжает безотказно совершать одну и ту же реакцию.

Однако после того как яйца отложены, и вход в норку замурован, дальнейшая судьба потомства уже не волнует осу. Можно вытащить сверчков из норки, можно разрушить норку, оса на это не реагирует.

Создается впечатление, что оса все время держит перед собой конечный результат программы деятельности по обеспечению потомства — откладывание яиц и замуровывание входа в норку. Вся реальная деятельность осы подчинена конечному будущему результату ее приспособительной деятельности.

Подобные программы поведения наблюдаются у многих насекомых и рыб.

Самец колюшки начинает свою «брачную» деятельность прежде всего со строительства гнезда. Только после того как его гнездо построено, он начинает реагировать на самку. В это время изменяется его окраска. Блестящей окраской и своеобразным поведением самец привлекает самку к гнезду. Самка проникает в гнездо и мечет икру. Самец оплодотворяет икру. После этого поведение самца резко изменяется. Он становится надежным сторожем, охраняющим свое потомство от любого врага. Стоит нарушить хоть один этап этой цепи событий, как весь процесс размножения оказывается нарушенным и животное без конца будет пытаться повторить незавершенное действие. Жуки-навозники производят сложные последовательные реакции в процессе питания. Они скатывают огромные шары навоза, затаскивают их в норки, закрывают вход и только после этого приступают к еде. И в этом случае нарушение любого этапа этого последовательного ряда действий приводит к его неоднократному повторению.

Можно совершенно определенно сказать, что любая инстинктивная деятельность животных построена из подобных цепочек различных действий, соединяющих этапные моменты для достижения главного конечного результата того или иного приспособительного эффекта.

Основными такими приспособительными эффектами являются: пища, избегание врага, оплодотворение, охрана и воспитание потомства.

Каждый конечный приспособительный эффект и все основные этапы его достижения запрограммированы в наследственных механизмах животного. Однако для выявления всех звеньев этой цепи действий необходимы следующие условия.

Прежде всего эта деятельность возникает на основе той или иной потребности организма. Так, вся цепь поведения

осы-сфекса возникает на основе родительской мотивации. У жука-навозника она определяется мотивацией голода, у самца-колюшки — половым влечением.

Аналогичным образом строительство гнезд у птиц всегда определяется половым возбуждением, входя как неотъемлемый этап в цепь подготовительных мероприятий к откладыванию яиц. Доказано, что даже выделение слюны, которую птицы используют для склеивания гнезда, определяется накоплением в их организме половых гормонов.

Эти инстинктивные механизмы обладают большой энергетической силой. Можно удалить у животного все его средства передвижения (ноги, крылья), тем не менее оно все равно любыми средствами (кувыркаясь или перекатываясь), достигнет источника удовлетворения своих потребностей.

Без наличия соответствующей мотивации ни одна инстинктивная деятельность проявиться не сможет. Мотивация, таким образом, представляет собой особое «заряженное» состояние, приводящее к активному воздействию на внешнюю среду и заканчивающееся тем или иным полезным приспособительным эффектом. Именно на основе исходной мотивации происходит программирование всей цепи последующих действий, направленных на удовлетворение данной мотивации.

Второе, что необходимо для выявления инстинктивной деятельности, это наличие определенных постоянных раздражителей внешнего мира. Снова вернемся к примеру поведения осы-сфекса. Предположим, что почва в той области, где поселяется оса, оказалась бы неподходящей для норы, например каменистой или песчаной. Смогла бы оса в этом случае построить нору и приступить к следующему этапу деятельности? Ясно, что нет. Аналогичным образом оса также вряд ли смогла бы достигнуть окончательного этапа своей родительской деятельности при отсутствии, например, в данной местности определенного вида сверчка, которого она оставляет для питания своему потомству и т. д.

Таким образом, исходная мотивация, возникающая на основе внутренних потребностей организма, при наличии определенных факторов внешней среды формируется и выявляется в определенной цепи инстинктивного поведения.

С этой точки зрения интересно рассмотреть такое загадочное на первый взгляд явление, как хоминг, или инстинкт направления. Чувство направления также передается по наследству. На это указывает следующее интересное наблюдение.

Европейские ученые заменили яйца аистов в Западной Германии на яйца их восточногерманских сородичей. Эти породы аистов летят зимой в теплые края различными путями. И что же оказалось? Когда родители подсаженных детей направились к долине Нила через Южную Францию, Гибралтар

и северное побережье Африки, их приемыши полетели другим путем — вдоль восточного побережья Средиземного моря, через Грецию и малую Азию.

Что же заставляет птиц периодически совершать миграции?

На этот вопрос мы снова должны ответить, что инициативная роль и в этой деятельности определяется внутренними потребностями, которые возникают у них на определенном этапе деятельности под влиянием гормональных изменений внутри организма и действия факторов внешней среды. На этой основе у птиц формируется «представление» о конечном результате деятельности. Для птиц, находящихся в Северном полушарии, это прежде всего потребность в тепле. На этой основе опять формируется жесткая программа действий, отработанная поколениями. В полете птицы все время сверяют свои внутренние программы с определенными внешними факторами.

Многие опыты показывают, что птицы в своих перелетах ориентируются по Солнцу, Луне и Звездам. В последнее время высказывается предположение о том, что некоторые птицы могут ориентироваться по направлению магнитных силовых линий Земли.

Аналогичные процессы определяют миграцию рыб.

Как правило, путь птиц и мигрирующих рыб жестко определен. Сплошь да рядом можно наблюдать причудливые «нерациональные» передвижения, которые, возможно, определяются какими-то моментами глубокой древности. Так, например, угри из европейских рек перед метанием икры спускаются к морю, пересекают Атлантический океан и мечут икру у Бермудских островов. Их мальки, длиной в несколько миллиметров, отправляются назад в Европу и достигают ее в течение трех лет. А сколько их гибнет в пути! Поистине глубоко неразумная деятельность!

Все врожденные программы являются, как говорят в технике, — жесткими. Их выполнение становится невозможным при нарушении определенных внутренних наследственных механизмов основных влечений и при отсутствии тех или иных, обычно постоянных, явлений внешней среды.

Насколько консервативно и порой «нерентабельно» инстинктивное поведение показывает следующий пример, который приводит Фабр.

Оса-бомбекс обычно роет свою норку в песке и откладывает в нее яйцо. Особенностью экологии этого вида осы является то, что она все время доставляет пищу своей личинке. Каждый раз она безошибочно находит в песке вход в свою норку и проникает к своей беспомощной личинке. Но можно сделать следующий опыт. Попробуем раскрыть крышу гнезда. Личинка оказывается под открытым небом. И несмотря на

то, что, казалось бы, новый путь к личинке беспрепятствен, оса по-прежнему подныривает к личинке через песок.

Каждый вид животных отличается своими программами и образом жизни. Зайца, например, трудно с первого взгляда отличить от кролика. Между тем заяц живет на поверхности земли, а кролик роет себе нору.

Возникает естественный вопрос, может ли эта заведенная по определенному порядку «пластинка» как-либо изменяться?

Оказалось, что да. Жестко запрограммированные инстинктивные действия могут нарушаться при изменении окружающей среды. Всякое инстинктивное действие не является чисто механическим. Борьба осы и сверчка, о которой писал Фабр, является действительно борьбой, в которой обе стороны используют все имеющиеся возможности. Не всегда попадание жала осы бывает точным и ей приходится несколько раз наносить свои удары.

В ряде случаев, если тот или иной этап запрограммированного действия по какой-либо причине не может быть достигнут, некоторые животные проявляют удивительную изобретательность и за счет некоторого изменения программы достигают конечного приспособительного результата. Но таких «сообразительных» животных оказывается не так уж много. Тем не менее именно по этому пути происходит естественный отбор, закрепляются лучшие средства и пути достижения полезных приспособительных эффектов. Эта способность гибко изменять средства для достижения цели все в большей степени тренировалась в эволюции живых существ, и высшие животные приобрели способность формировать поведение динамически, в зависимости от окружающих условий.

## *Динамические программы поведения*

Как мы уже указывали, окружающая животных среда, наряду с определенными устойчивыми явлениями, характеризуется многочисленными неустойчивыми, постоянно изменяющимися факторами.

Эти изменяющиеся явления природы непрерывно воздействуют на живые организмы. Ясно, что успех приспособления животного к окружающей среде неизбежно связан со способностью быстро и целесообразно реагировать на эти постоянно изменяющиеся события.

Животные рождаются с уже сформированными механизмами основных влечений.

В отличие от простых рефлексов, когда поведение живот-

ного определяется действием на него раздражителей внешнего мира, основные влечения организма вызывают деятельность, которая активно направлена на внешний мир, на поиск в нем специальных потребных в данный момент животному раздражителей. При этом животные активно подбирают те или иные раздражители внешнего мира в соответствии со своими потребностями: они принюхиваются, прислушиваются и т. д., т. е. направляют все свои сензорные возможности на достижение необходимой цели.

Врожденные программы поведения обеспечивают только трафаретные средства для удовлетворения основных потребностей организма. Они эффективны только при неизменных внешних условиях. Но при изменяющейся внешней среде дело обстоит значительно сложнее. Удсвлетворение врожденных влечений в изменяющихся условиях окружающей среды для новорожденного оказывается нередко затрудненным. Поэтому на первых этапах самостоятельной жизни у целого ряда живых существ включается такой мощный фактор, способствующий удовлетворению основных потребностей новорожденного организма, как помощь со стороны родителей. Благодаря родителям врожденные механизмы инстинкта начинают подвергаться обучению.

Знаменательно, что чем выше животное стоит в эволюционном ряду, тем более беспомощно при рождении его потомство, тем более важным становится фактор обучения. Это особенно заметно у человека.

Родители передают потомству информацию о полезных и вредных явлениях внешнего мира, которые способствуют или, наоборот, препятствуют удовлетворению их основных потребностей. Без помощи родителей такие животные часто обречены на гибель. Родители используют все имеющиеся в их распоряжении средства. Обучают как действиями в определенной обстановке, так и специальными сигналами. Вспомните, как отличается сигнал курицы, когда она зовет цыпленка к корму, или когда она видит парящего в небе ястреба.

Новорожденные, с другой стороны, обладают высокой запечатляемостью. Особенно поразителен результат впечатления, которое новорожденный испытывает впервые в жизни. Лоренц приводит следующее любопытное описание. Оказывается, родитель у новорожденных утят определяется тем первым впечатлением, которое производит на утенка движущийся предмет. Обычно в природе им всегда бывает мать-утка. Но если при рождении утята первым увидят человека, а не утку, то в дальнейшем они считают его своим полноправным родителем и будут следовать за ним всюду. Точно так же ягненок, вскармливаемый искусственно молоком из бутылочки, привязывается к кормящему его человеку и совершенно не реагирует на овец в стаде.

Не менее важным моментом обучения является свойство подражания действиям родителей, которое, как правило, отчетливо выражено у всех новорожденных.

В этом смысле существенное значение принадлежит игре. В процессе игры у молодых животных отрабатываются важные двигательные навыки, совершенствуются средства удовлетворения основных потребностей организма. При этом из беспорядочных движений выделяются наиболее важные.

На основе удовлетворения основных влечений организма обучение происходит с большой скоростью. Достаточно сказать, что уже первое кормление голодного животного приводит к тому, что оно запоминает все события, весь путь, ведущий к приему пищи. В результате этого все явления внешнего мира связываются животным в единую цепь последовательных событий по их значимости для удовлетворения возникшей потребности. Здесь следует особенно подчеркнуть следующее обстоятельство. Подкрепление, ведущее к удовлетворению потребностей организма, обычно занимает последнее место в ряду тех раздражителей, с которыми животное сталкивается при поиске пищи. Однако при последующем программировании животным целенаправленного поведения события располагаются в обратной последовательности. На первое место животное ставит конечный приспособительный эффект — подкрепление. Остальные раздражители располагаются в ряд по убывающей близости их к последующему подкреплению.

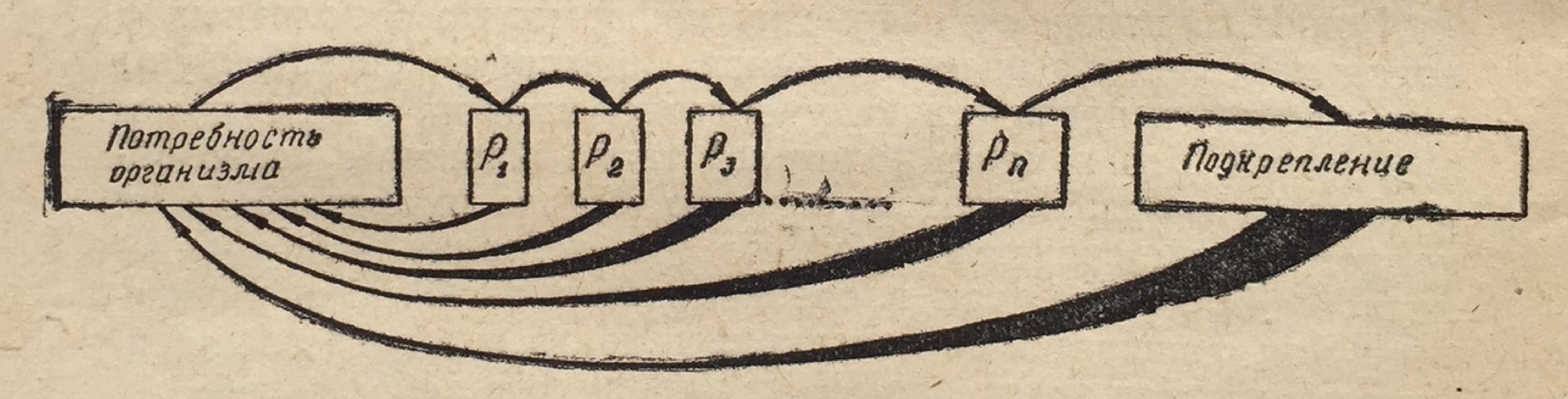



Схема показывает, что чем ближе раздражитель ($P_1$, $P_2$, $P_3$) находится к последующему подкреплению, тем большее информационное значение он имеет для животного. Из этого следует, что обученное животное в определенной обстановке всегда будет устремляться к тому раздражителю, который имеет большую информационную значимость. Ему не надо, как при жестком программировании, проходить все этапы последовательных действий.

Итак, животное приобретает способность в процессе индивидуальной жизни строить программы поведения, направленного на удовлетворение его основных потребностей,

В отличие от жесткого программирования в данном случае животное программирует свое поведение в зависимости от своих потребностей и окружающей обстановки. Особенность этих программ в том, что они не являются строго фиксированными. При изменении внешних условий они могут полностью тормозиться (например, в случае отсутствия подкрепления) или же может перестраиваться сигнальная значимость отдельных раздражителей, входящих в цепь событий, ведущих к достижению цели.

Все сигналы внешнего мира приобретают жизненно важное для животного значение только тогда, когда они обязательно подкрепляются удовлетворением той или иной потребности. При отсутствии подкрепления они начинают терять свое биологическое значение для организма. В этом случае начинают складываться новые программы. Не трудно заметить, что все эти программы строятся на основе механизма условного рефлекса, открытого и изученного И. П. Павловым.

По мере того, как животное все больше знакомится с внешним миром, цепи событий, ведущие к различным подкреплениям, все более возрастают. Они шлифуются и отрабатываются. Первые самостоятельные шаги по удовлетворению основных влечений робки, неуверенны и крайне неэкономны. Как правило, они происходят методом «проб и ошибок». Только по мере того, как животное начинает различать информационное значение явлений и предметов внешнего мира, путь к достижению различных целей сокращается. Отрабатывается наиболее оптимальный вариант. Следует подчеркнуть, что по мере отработки программы поведение животных начинают направлять уже не основные влечения, а тот главный результат будущего удовлетворения потребностей, который следует достичь.

Автоматизация навыка отчетливо наблюдается в искусственных условиях. Если крысу поместить в закрытую клетку, где имеется рычаг, открывающий дверь, то сначала наблюдаются только беспорядочные движения животного. Затем после случайного нажатия на рычаг, открывающий дверь, навык приобретает устойчивое значение и проявляется всякий раз, как только животное помещают в данную клетку.

Точно так же происходит обучение в лабиринте. Подобным способом обучаются музыканты, акробаты, шоферы, машинистки. Во всех этих случаях устанавливаются прочные взаимосвязи, обусловленные действием силы тяжести, возбуждением отолитовых органов, и соответствующие распределения мышечного тонуса. Все эти процессы происходят уже бессознательно. Активное включение сознания, наоборот, расстраивает привычные автоматические движения.

По этому поводу существует образное изречение: «После

того как сороконожку спросили, как она ходит всеми 40 ногами, она разучилась ходить».

Автоматизация деятельности всегда определяется конечным полезным приспособительным результатом. Стоит только изменить конечный результат, как немедленно вся автоматизированная деятельность расстраивается, и включается сознательная приспособительная деятельность.

Таким образом, даже приобретаемые в индивидуальной жизни навыки и программы поведения в относительно постоянных условиях окружающей среды автоматизируются и внешне могут напоминать врожденные инстинктивные действия. И. П. Павлов называл эти реакции «динамическим стереотипом».

Благодаря обучению и механизму условного рефлекса живые существа приобретают способность тонкого, пластичного приспособления к окружающей среде. Инстинктивные механизмы, таким образом, тесно переплетаются с приобретенными навыками.

## *Автоматы и живые существа*

Говоря о жестких и динамичных программах поведения живых существ, невольно сравниваешь их с имеющимися техническими устройствами. Все существующие в настоящее время автоматы, включая и электронно-вычислительные машины, работают по жестким программам, которые определяют для них специально обученные люди — программисты. Эти автоматы не далеко ушли от автоматической наследственно-запрограммированной инстинктивной деятельности живых существ. Мало того, даже врожденная инстинктивная деятельность порой оказывается более совершенной. Она способна к некоторым обходным (самостоятельным) решениям, что, к сожалению, электронные машины пока еще не в силах сделать.

Динамическая программа, произвольно изменяющаяся в зависимости от изменений окружающей среды, подчиненная конечному приспособительному эффекту — вот линия развития автоматических программирующих устройств. Машины будущего должны все время динамически сравнивать свое внутреннее состояние с окружающей обстановкой, оценивать его и на основе этих сопоставлений принимать соответствующее решение к выполнению тех или иных операций, ведущих к главному конечному полезному результату.

## *Опережающее отражение действительности*

Во всех случаях жесткого и динамического программирования поведения животных, направленного на удовлетворение какой-либо потребности, отчетливо видно, что всем их поведением руководит будущий конечный приспособительный результат этой деятельности. Так оса, роющая норку и парализующая сверчка, в своем поведении руководствуется необходимостью закладки яиц в норку и ее замуровывания. Голодные животные в своем поиске пищевых веществ стремятся к будущему приему пищи. Половое поведение определяется будущим половым актом и т. д.

Предвидение результатов будущего действия можно отчетливо наблюдать в поведении обезьян. Если, например, обезьяне показать банан и затем выбросить его в окно, то она не бросается в окно, а выходит из дома в дверь, подходит к окну с наружной стороны и находит банан. Положение банана за окном в данном случае все время удерживается в голове обезьяны и руководит ее поведением.

Многочисленные подобные примеры приводятся в наблюдениях академика И. С. Бериташвили за поведением животных в свободных условиях. Можно, например, завязать глаза собаке, однажды видевшей корм в определенном месте комнаты, как она немедленно найдет местоположение корма. Свойство предвидеть будущие события выражено различно у разных животных. Так оказалось, что голодная курица пытается достать корм, находящийся перед ней за решеткой. Собака же решает эту задачу иначе. Она обходит решетку. Значит, аппарат предвидения будущих событий, который формируется в экстренных условиях, лучше развит у собаки, чем у курицы.

Отчетливый пример оценки будущих событий представляет строительная деятельность бобров. Место для постройки жилища они выбирают так, чтобы из него весь год был обеспечен удобный выход в воду даже в том случае, если замерзнет поверхностный слой воды. Подтачивая дерево, бобры грызут ствол больше с той стороны, которая дальше от воды, с тем чтобы дерево упало в воду. Наконец, самое удивительное — это строительство бобрами «плотины». Плотина строится в основном для добывания пищи. Однако при этом предусматривается все, чтобы создать и поддерживать в будущем определенный уровень воды в реке.

Поразительные механизмы предвидения будущих событий наблюдаются в поведении осы-сфекса. Парализуя сверчка, она не убивает его, а приводит в анабиотическое состояние.

В таком состоянии насекомое не разлагается и может служить хорошей пищей для личинки осы.

Интересно, что срок хранения сверчка только немногим превышает срок развития личинки. После этого сверчок начинает разлагаться. Разве это не удивительное предвидение будущих событий! Однако и сама личинка в своем поведении как бы предвидит будущие события. Она поедает отложенную родителями добычу так, чтобы та как можно дольше не разлагалась. В противном случае личинка была бы обречена на гибель.

Ожидание будущих результатов действия отчетливо выступает в поведении светящихся ночью американских жуков. Самец через определенные промежутки времени подает два сигнала. Самка так же отвечает определенным сигналом и сразу же после этого поворачивает брюшко в сторону самца, который прилетает и спаривается с ней.

Точно так же паук плетет паутину, чтобы в будущем поймать себе жертву на обед; птицы строят гнездо, чтобы в будущем выращивать в них птенцов; пчела строит улей и соты, чтобы потом наполнить их медом. Во всех этих случаях их деятельностью, как правило, руководит будущий эффект удовлетворения основных потребностей организма. Но имеется ряд примеров, показывающих, что деятельность живых существ иногда происходит и при удовлетворенных потребностях, так сказать, «в запас».

Маленькая птичка-индикатор ведет медведя к улью даже в том случае, когда сама она сыта. А те собаки, которые закапывают остатки обеда в определенном месте?

Итак, везде и всюду живые существа обнаруживают способность опережающего отражения действительных событий внешнего мира. Эта способность опережающего отражения действительности была подмечена академиком П. К. Анохиным еще в 1962 году. Он писал: «С зарождением жизни на Земле материя обогатилась принципиально новым фактором — активным отношением живой материи к всевозможным превращениям пространственно-временной структуры неорганического мира и, следовательно, *время для животного приобретало свое специфическое значение* (курсив наш. — *К. С.*)» [1].

Каким же образом время как универсальный фактор мира смогло оказать влияние на развитие животных? В этом отношении существенным моментом является то, что основные формы существования материи в их пространственно-временных взаимоотношениях были до появления на Земле первых живых организмов.

[1] П. К. Анохин. Опережающее отражение действительности. «Вопросы философии», 1962, № 7.

Живые существа «вписались» в уже готовые формы пространственно-временных отношений окружающего их мира. Весь этот мир живые существа, с момента их возникновения, расценивали только с точки зрения, способствует то или иное явление окружающего мира их выживаемости или нет.

Как мы уже отмечали, живые организмы встретились с определенной последовательностью событий окружающей их действительности, и что особенно важно, с ритмической повторяемостью ряда из них. И в своей организации живые существа отразили эту устойчивую последовательную смену событий, окружающей их среды обитания. Простейшие живые существа представляли собой «открытые системы», которые были связаны с окружающей их средой через ряд химических реакций, заканчивающихся либо вредным, либо полезным для жизни итогом. Таким образом, каждое внешнее явление приобрело способность отражаться в форме более или менее длинных цепей химических превращений в живой протоплазме.

С появлением на Земле первичных белковых тел создалась возможность развития отдельных химических цепей с избирательным каталитическим ускорением. Конечно, такому ускорению подверглись в первую очередь те реакции, которые являются существенными для сохранения жизни и повторялись множество раз под влиянием внешних воздействий. И здесь, в этом узловом пункте развития живых организмов, произошло важное приобретение эволюции. Некоторые повторяющиеся события внешнего мира получили возможность отражать себя в быстрых химических реакциях. В результате этого живые существа приобрели способность быстрого отражения медленно развертывающихся последовательных событий окружающего их мира.

Представим себе, что во внешней, по отношению к организму, среде события развертываются в следующей последовательности: «А», «Б», «В», «Г» и т. д.

$$\begin{array}{ccccccccc} А & \rightarrow & Б & \rightarrow & В & \rightarrow & Г & & А... \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ а & \rightarrow & б & \rightarrow & в & \rightarrow & г & & а \rightarrow б \rightarrow в \rightarrow г \end{array}$$

Каждое из событий внешнего мира, действуя на живую протоплазму, вызывает в ней соответствующие изменения «а», «б», «в», «г» (схема слева). Благодаря быстро происходящим ферментативным реакциям, живой организм приобрел способность ускоренно «пробегать» ряд реакций от «а» до «г», тем самым значительно опережая действительно происходящие события внешнего мира. Теперь, если в последовательной цепи событий внешнего мира один из факторов, например «Г», имеет существенное для жизни организма

значение, то все остальные приобретают по отношению к нему, как к конечному звену ряда, сигнальное значение (схема на стр. 41 справа).

Эта способность формирования возбуждений, опережающих действительные события, оказалась особенно отчетливо выраженной у нервной системы.

Таким образом, фактор опережающего отражения действительности выступает как универсальное свойство живой природы. Благодаря этому свойству все живые организмы на Земле оказались способными строить свою деятельность, направленную на конечный приспособительный эффект, находящийся в отдаленном будущем.

## *Что врожденно, а что приобретено?*

Что же в поведении животного является врожденным, а что приобретается в процессе его индивидуальной жизни?

Можно безошибочно утверждать, что все механизмы основных влечений, выраженные различным образом у различные живых существ врожденные. Они являются основой любого программированного поведения.

Другое дело вопрос о том, какие формы поведения передаются по наследству. У живых существ, у которых дети не встречаются с родителями (большинство насекомых) по наследству передаются все этапы их целенаправленной деятельности, ведущей к удовлетворению основных потребностей организма.

Однако, как мы могли видеть ранее, эти действия проявляются только в определенных условиях и в обязательной последовательности, в зависимости от результата предшествующей деятельности.

У высших животных дело обстоит сложнее. Интересное наблюдение сделал профессор Я. А. Милягин. Ему удалось показать, что только что вылупившийся из яйца птенец грача уже открывает клюв не только непосредственно на поднесение червяка, но и на сотрясение гнезда, обдувание его спинки воздухом, а также на специально подобранный звук «кар». Оказалось, что понять причину всех этих раздражителей совсем не сложно. Все вышеупомянутые факторы из поколения в поколение сопровождают кормление новорожденного грача. Так, самец-грач, прилетая с пищей, садится на ветку рядом с гнездом. В результате этого гнездо перед кормлением всегда сотрясается. При опускании на ветку он машет крыльями, и сидящая в гнезде мать кричит «кар».

Таким образом, все упомянутые факторы являются обязательными предшественниками кормления грача. Поскольку

они из поколения в поколение остаются неизменными, их механизмы приобрели способность передаваться по наследству.

То же самое мы можем видеть на примере пищевых реакций других животных. Врожденным является акт сосания. У ряда животных (кошки, собаки) по наследству передаются и средства ориентации (по запаху, шерсти и т. д.) для поиска соска.

Никто не обучает кошку или мышь «умываться». Эти движения также передаются по наследству как средство поддержания организма в чистоте. Наиболее яркий пример передачи по наследству охотничьего инстинкта и многих сигналов, связанных с охотой, представляют охотничьи собаки.

С. Н. Хаютин, наблюдая за поведением новорожденной птицы мухоловки-пеструшки, обнаружил любопытное явление. Обычно эти птицы выводятся в темном дупле, в которое ведет маленькое отверстие. Оказалось, что затемнение гнезда уже является причиной пищевой деятельности новорожденных птенцов. Они начинают разевать рты, пищать и т. д. И это понятно, т. к. из поколения в поколение прием пищи сопровождается у этих птиц предварительным затемнением гнезда, которое производит мать, закрывая собой вход в дупло.

Эти примеры указывают на то, что у высших животных кроме механизмов основных влечений по наследству могут передаваться и те этапы пищевой деятельности, которые из поколения в поколение сопровождают ее и находятся в непосредственной близости к пищевому подкреплению. В этом заключается смысл передачи условных рефлексов по наследству и переход их в безусловные реакции.

Таким образом, в наследственной информации закодирована не только структура организма, но и основные этапы его целенаправленного поведения. Все эти процессы определяются чисто материальными факторами и никакого места не остается ни мистике, ни преформизму.

Как мы уже отмечали, наследственные механизмы поведения, ведущие к достижению той или иной цели, могут изменяться при изменении условий существования. Они надежны только для неизменных условий. Я. Дембовский приводит следующий пример. Личинка ручейника строит свой домик из песчинок, склеивая их выделениями особых желез. Обычно домик имеет приплюснутую форму и состоит из трубки, в которой находится животное, симметричных боковых крыльев и крышки, свешивающейся спереди. При повреждении домика личинка его чинит. Если удалить переднюю половину домика, то личинка пристроит спереди кусочек трубки и повесит над ним крышку. Однако каждая личинка делает эти реконструкции на свой манер. Во вновь построенных домиках либо раз-

лично числу вклеенных песчинок, либо отличен способ их соединения, либо не совпадают контуры частей и т. д.

Дело обстоит хуже, если удалить задние две трети домика. Здесь уже наблюдается большое разнообразие в способе реконструкции. Однако несмотря на большое разнообразие архитектуры, следует обратить внимание на одно обстоятельство. Каков бы ни был способ восстановления жилища, окончательный результат всегда в принципе одинаков — трубка всегда имеет определенную длину и спереди над ее отверстием всегда свисает крыша.

Точно так же путем специальных воздействий можно «подружить» кошку и мышь. Оказалось, что у выращиваемых вместе котят и крысят процент последующих нападок кошек на мышей резко уменьшается. Кроме того, можно выработать у кошки страх перед мышью, если каждую попытку кошки схватить мышь сопровождать ударом электрического тока.

Все эти примеры указывают на то, что как врожденные механизмы инстинкта могут изменяться при изменении внешней среды, так и приобретенные навыки при определенных условиях могут передаваться по наследству.

## *УПРАВЛЕНИЕ ИНСТИНКТОМ*

Очень часто в цирковых представлениях мы можем наблюдать следующую сцену. Животное выполняет любопытный трюк, делает его великолепно, но сразу же после его выполнения бежит к дрессировщику и с нетерпением ожидает угощения. Таков метод дрессировки. За каждое совершенное в нужном дрессировщику направлении действие, животное получает вознаграждение (как правило, пищу). Есть и другие методы обучения, когда в качестве подкрепления используется болевое раздражение.

Рассмотрим теперь, как формируется поведение животного при таких методах тренировки.

Для животного, безусловно, имеет значение не то действие, которое вызывает восторг публики, а тот конечный, важный для него результат — пищевое или болевое подкрепление. Вся его деятельность направлена именно на то, чтобы получить пищу или избежать болевого раздражения. Но путь к этому лежит через необходимое для дрессировщика действие, и животное обучается его делать. При этом чем более близко к естественным экологическим движениям и поведению животного это действие, тем оно быстрее и лучше осваивается. Замечательный русский дрессировщик В. Л. Дуров как раз и применял в своем методе дрессировки это свойство. Его заяц-

барабанщик или бобр-полоскун используют в цирковом трюке свои естественные навыки и движения.

Подобный метод обучения, как не трудно заметить, близок к методу выработки натуральных условных рефлексов И. П. Павлова. Однако в этом методе дрессировки имеются некоторые недостатки. Часто мы можем наблюдать, как животное совершает обученное действие как бы «между прочим», «мимоходом». Все его поведение направлено на то, чтобы получить лакомую пищу. Для животного обученное действие не имеет никакого самостоятельного значения. Оно является только сигналом будущего подкрепления.

Поэтому возникает предложение, не лучше ли проводить дрессировку в направлении создания у животных сильных побуждающих моментов, сильных мотиваций. Именно они должны быть инициаторами любого обученного действия. Действие должно возникать не на основе будущего подкрепления, а вслед за появлением той или иной мотивации. Таким образом, надо воспитывать у животных потребность к тому или иному поведенческому акту, чтобы каждый такой акт или его серия приобретали самостоятельный биологически важный смысл, отсроченный от реального подкрепления, а не являлись только средством удовлетворения основных потребностей организма. Важно, чтобы само действие и его результат вызывали удовлетворение определенных побуждений животного.

Второй путь управления инстинктом — воздействие на деятельность инициативных мотивационных центров. Каждый такой центр имеет свои специфические раздражители и свой специфический обмен веществ. Оказалось, что с помощью специальных фармакологических средств можно избирательно влиять на эти центры.

Особенно эффективными в этом отношении сказались так называемые психофармакологические средства. Сейчас уже есть целый ряд таких препаратов, которые избирательно действуют на механизмы мотивации страха. Примером таких веществ является аминазин.

Чешский ученый В. Гавличек провел в Советском Союзе такой опыт. Кролику в определенной обстановке наносилось болевое раздражение. В результате этого сама обстановка эксперимента вызывала у животного паническое состояние страха, и он отказывался от еды. Но вот кролику вводится аминазин, страх у животного исчезает. Он спокойно начинает есть в экспериментальной обстановке. Значит, аминазин избирательно заблокировал механизмы страха.

Сейчас проводятся активные поиски веществ, избирательно подавляющих влечение голода. Одно из таких веществ — амфетамин. Такое же действие оказывают некоторые холинолитические вещества — атропин и амизил.

Однако наиболее эффективными в этом направлении являются, безусловно, специальные гормоны. В гормонах природа отработала исключительно тонкую специализацию. Поэтому естественно предполагать, что каждое основное влечение организма имеет свой спектр стимулирующих и тормозящих гормонов.

Некоторые наблюдения показывают справедливость подобного предположения. После инъекции пролактина (гормона эпифаза) петух начинает реагировать на цыплят и проявлять заботу о них так, как это обычно делает курица. Известно, что кастрированные животные утрачивают свою агрессивность. Если добавить в пищу пчелам препараты щитовидной железы,— тироксин или йодтиреоглобулин — то это вызывает у них резкое учащение последующих приемов пищи. Добавление к пище тироксина значительно увеличивает ритм танца пчел, сигнализирующего о направлении и месте пищи.

Все эти наблюдения единичны. Вопрос о роли гормонов в формировании основных влечений организма все еще остается неясным.

И последнее. Мы отмечали, что инстинкты играют важную роль в обучении и формировании навыков у животных. То же самое наблюдается и у человека. Ребенок рождается на свет только с набором врожденных влечений. Все его последующее обучение и воспитание происходит на этой основе.

Как важно при этом не нарушить естественного порядка обучения от мотивации к ее подкреплению. Однако сплошь да рядом мы имеем примеры подавления естественных влечений ребенка родителями. Если ребенок испытывает голод, то кормление вызывает у него естественное чувство удовлетворения. Но часто ребенка кормят насильно, при отсутствии у него голодного побуждения. В этом случае пища из естественного фактора положительного подкрепления превращается в отвергаемый агент. Тем самым полностью разрушается естественный цикл инстинктивного поведения. И сколько это приносит в последующем неприятностей!

Все воспитание ребенка должно проводиться в направлении формирования более высоких социальных мотивов и способности их удовлетворения. Эти процессы начинаются от правильно происходящей инстинктивной деятельности к деятельности более сложной.

Отсюда ясно, что если ребенок поставил перед собой даже пустяковую задачу, важно, чтобы дело было доведено до определенного результата. Только этот путь создает в дальнейшем стремление к труду, искусству и науке!

Следует обратить внимание на то, что в процессе обучения, даже у животных, а у человека в особенности, ведущая роль в формировании поведения начинает принадлежать внешним (у человека — социальным) факторам. При этом

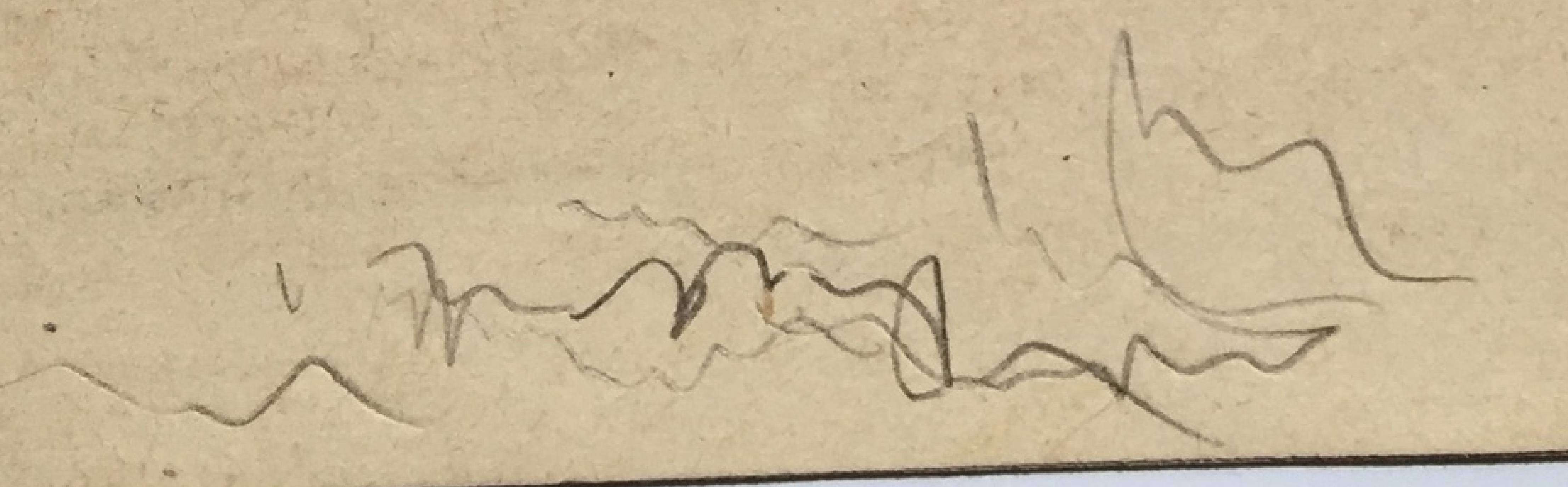
исходная роль инстинктивных влечений начинает отступать на второй план. Все воспитание человека строится в направлении выработки способности в определенной обстановке сдерживать инстинктивные порывы. Это происходит за счет формирования других, более сильных социальных побуждений. Основная арена этих процессов у высших животных и человека — кора больших полушарий.

Однако даже у взрослого человека может инстинктивная деятельность проявиться в отчетливой форме. Это возможно во всех тех случаях, когда деятельность коры головного мозга ослаблена и нарушается контроль со стороны коры головного мозга над нижележащими мотивационными подкорковыми образованиями, что бывает в состоянии резкого возбуждения или, наоборот, во сне.

То же самое наблюдается при употреблении наркотических веществ или алкоголя. В клинической практике имеется множество примеров того, когда в результате ненормального возрастания активности подкорковых мотивационных центров или понижения тормозных влияний на них со стороны высших отделов коры, резко усиливается инстинктивная деятельность. Возникают такие явления, как гиперсексуализм, обжорство, агрессивность.

С другой стороны, имеется множество случаев патологического снижения инстинктивной активности (отсутствие аппетита, импотенция и др.). Не менее часто встречаются случаи, когда повышенная активность инстинктивных центров, не имея возможности реализоваться в соответствующее поведение, «прорывается» в форме ненормального повышенного возбуждения и отражается на деятельности внутренних органов. Чаще всего при этом страдает функция гладкомышечных элементов, а это может приводить к повышению кровяного давления, спазмам различных гладкомышечных сфинктеров желудочно-кишечного тракта и т. п.

Отсюда ясно, что проблема воспитания инстинктов состоит не в их подавлении, а в создании других, более высоких порывов, которые не дадут основным влечениям завладеть деятельностью всего организма там, где это нежелательно в интересах человеческого общества.



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема функциональной организации инстинкта, естественно, очень сложна и еще во многих отношениях не решенная.

Главное, что нам хотелось показать — это то, что любая инстинктивная деятельность складывается вследствие специальных изменений внутри организма и под влиянием определенных факторов внешней среды. Любой инстинкт — это сложная циклическая саморегулирующаяся система. Она включает соответствующие потребности организма, механизмы основных влечений, целенаправленное поведение и соответствующее подкрепление, ведущее к ликвидации инициативной потребности.

В инстинктивном поведении существенная роль принадлежит и тому будущему подкреплению, которое программирует всю цепь ведущих к нему реакций.

Все эти процессы разыгрываются на строго материальной основе и недалеко то время, когда пытливый ум человека окончательно разгадает вековую тайну инстинкта.

## ЛИТЕРАТУРА


Фабр Ж. Жизнь насекомых. М., Учпедгиз, 1963.

Дембовский Ян. Психология животных. М., Изд-во иностр. лит., 1959.

Дембовский Ян. Психология обезьян. М., Изд-во иностр. лит., 1963.

Шовен Реми. От пчелы до гориллы. М., «Мир», 1965.

Акош Карой. Думают ли животные. М. «Наука», 1965.

И. С. Бериташвили. Нервные механизмы поведения высших позвоночных животных. М., Изд-во Акад. наук СССР, 1961.

**9 коп.** **Индекс 70071**

## УВАЖАЕМЫЕ ТОВАРИЩИ!

**В первом полугодии 1967 года серия научно-популярных брошюр «Биология» предложит Вам много новых интересных работ:**

*Доктор биологических наук*

А. А. Парамонов.

Современные проблемы эволюционной теории. 32 стр. 6 коп.

БЗ № 83 (23).

*Доктор биологических наук*

Л. Г. Воронин.

Биохимия памяти. 48 стр. 9 коп.

Что такое память? В чем ее сущность? Какие таинственные механизмы обусловливают память? Как ее совершенствовать, развивать? Эти вопросы издавна интересуют ученых.

В настоящее время специалистов привлекает так называемая химическая теория памяти. О фактах, подтверждающих теорию, о путях улучшения и способах тренировки памяти рассказывает автор — один из ведущих специалистов в этой области.

Тем. план 1967 г. № 137.

*Член-корреспондент АМН СССР*

С. С. Дебов.

Биохимические основы наследственности. 32 стр. 6 коп.

Тем. план 1967 г. № 138.

*Кандидат биологических наук*

Б. В. Сергеев.

Биография интеллекта. 48 стр. 9 коп.

Тем. план 1967 г. № 142.

Эти брошюры Вы можете приобрести в магазинах книготорга, предварительно заказав по тематическому плану или «Бланку для заказов».

На брошюры серии «Биология» можно оформить подписку. В каталоге «Союзпечати» эта серия помещена в разделе «Научно-популярная литература» под рубрикой «Брошюры издательства «Знание». Подписная цена на год 1 руб. 08 коп.